



TITLE:

# 高速道路橋コンクリート構造物の 塩害に対する計画的維持管理に関 する実践的研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

本荘, 清司

---

CITATION:

本荘, 清司. 高速道路橋コンクリート構造物の塩害に対する計画的維持管理に関する実践的研究. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18962>

RIGHT:

|  |                                       |    |       |
|--|---------------------------------------|----|-------|
| 京都大学   | 博士（工学）                                | 氏名 | 本庄 清司 |
| 論文題目   | 高速道路橋コンクリート構造物の塩害に対する計画的維持管理に関する実践的研究 |    |       |
| <p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、高速道路3会社が設立した長期保全等検討委員会の最終報告書を踏まえ、高速道路橋の老朽化（経年劣化）したコンクリート構造物のうち、中国自動車道の塩害劣化したコンクリート構造物について、今後の大規模更新・大規模修繕計画の策定・実施の一助とすべく、橋梁数の多大な①鉄筋コンクリート（以下、「RC」と言う）中空床版および②鋼橋 RC 床版の劣化構造物について、代表事例の劣化メカニズムの推定から対策工法の選定にいたる計画的維持管理の検討を行い、実践的研究としてとりまとめたものであって、全5章により構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、本研究の背景と目的を示している。</p> <p>第2章では、本研究に関連する既往の研究および本研究の位置付けについて述べている。まず、塩害劣化機構について整理し、次に、RC 中空床版の補修に関して、劣化メカニズム・はつり・断面修復についてまとめている。鋼橋 RC 床版の補修に関して、劣化メカニズム・床版取替・高炉スラグ微粉末による床版の高耐久化についてまとめ、本論文で取り組む課題を示している。</p> <p>第3章では、事例対象とした中国自動車道の RC 中空床版橋について、劣化メカニズム、劣化予測、断面修復を用いた対策、モニタリングなどについて検討している。劣化メカニズムについては、建設時の除塩不足の海砂の使用と供用後の凍結防止剤の散布に伴う塩害であるが、塩化物イオンの偏在が顕著であり、著しい鉄筋腐食は、局部的に塩化物イオン濃度が高い箇所がほとんどであるので、主因としては、凍結防止剤の散布によるものであり、縦断勾配が大きいことにもなっており、伸縮装置部から漏水し、床版下面を伝ったこと、さらには表面被覆が施されたことから浸透した塩分が蓄積されたことが影響していると推測している。次に、中性化と塩化物イオン濃度のデータを用い、ニューラルネットワークを用いて、将来的な鉄筋の腐食進行を予測し、現状のまま対策を施さない場合では、供用開始後 100 年以内に1 段目主鉄筋は腐食度3を、2 段目主鉄筋も腐食度2を超える結果となり、対策を講じる必要があると判断した。そこで、対策（断面修復）後の劣化予測を行い、はつり深さやかぶりの大きさを決定しているが、劣化予測手法の信頼性も考慮してモニタリングセンサを埋設し、補修後の維持管理を行うこととしている。次に、断面修復を行うための、はつり方法と断面修復方法について検討している。まず、はつりについては、対象とした RC 中空床版の床版下面は、主鉄筋が D32 と太径であり、2 段配筋であり 100mm 間隔での配置と密集しており、WJ はつりの実績が少なかったため、WJ はつりの性能確認試験を行い、適切な補助はつりを行うことにより、計画はつり深さに対して、±20mm 程度のはつりが可能であることを確認している。また、床版下面から円筒型枠を貫通して床版上面への影響はないことも確認している。断面修復方法については、乾式吹付け工法、湿式吹付け工法、型枠充填工法について試験体を製作して確認し、乾式吹付け工法が充填性に優れることを確認している。なお、従来は室内試験の結果を元に断面修復材の評価が行われてきたが、補修補強設計時の設定、施工時の品質管理などに施工環境要因を加味する必要があることを示している。</p> |                                       |    |       |

|   |        |    |       |
|---|--------|----|-------|
| 京都大学  | 博士（工学） | 氏名 | 本庄 清司 |
| <p>第4章では、事例対象とした中国自動車道の鋼橋 RC 床版について、劣化メカニズム、部材取替を用いた対策、部材の高耐久化対策などについて検討している。劣化メカニズムについては、基本的には床版上面からの凍結防止剤由来の塩化物イオンを含んだ水が床版に浸透し、あるいはひび割れを介して浸入することよるとしている。なお、舗装の打継ぎや融雪溝切り（舗装の切欠き）、床版の打継ぎ目や貫通ひび割れが水みちとなって劣化が促進される可能性を示している。また、適切に施工できなかった床版上面補修は、再劣化や下面の劣化を促進させる可能性があることを示している。さらに、深さ 50mm 以上で、開口幅の小さな水平ひび割れは、床版上面からの打音法でも検出できない場合があることや、外観変状から判定した劣化度と押抜きせん断耐力に明確な相関関係が見られなかったことも示している。</p> <p>次に、劣化の進行した橋梁を例にして、部分補修の繰り返しと床版取替のライフサイクルコストを試算して、床版取替を基本とする維持管理計画を提案している。床版取替における高耐久化対策として、外部からの水の浸入防止による対策を提案している。また、プレキャスト PC 床版や場所打ちコンクリート部材の高耐久化対策としては、高炉スラグ微粉末混和コンクリートを使用することが有効であり、早強ポルトランドセメント単味のコンクリートを使用する場合は、塩害対策を行わないと、100 年間で鋼材腐食が進行する可能性があることを示している。</p> <p>第5章は結論であり、本論文で得られた成果について要約するとともに、RC 中空床版と鋼橋 RC 床版に対する維持管理計画のシナリオデザイン、さらに今後の大規模補修補強におけるシナリオデザインを提案している。最後に、PC 橋も含めて、今後の課題について述べている。</p> |        |    |       |

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、高速道路橋の老朽化（経年劣化）したコンクリート構造物のうち、中国自動車道の塩害劣化したコンクリート構造物について、今後の大規模更新・大規模修繕計画の策定・実施の一助とすべく、橋梁数の多大な①RC 中空床版および②鋼橋 RC 床版の劣化構造物について、代表事例の劣化メカニズムの推定から対策工法の選定にいたる計画的維持管理の検討を行い、実践的に研究した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

１．内部塩分と凍結防止剤により劣化した RC 中空床版について、劣化予測に基づき維持管理計画を立案している。劣化予測にあたり、詳細調査に基づき、コンクリートの劣化程度によりパラメータを選定し、補修後の劣化予測で、はつり深さやかぶりの大きさを定めている。劣化予測の信頼性も考慮してモニタリングセンサを埋設し、補修後の維持管理を行うこととしている。

２．ウォータージェット（以下、「WJ」と言う）はつりの性能確認試験により、性能の確認された WJ 機械を用い、適切な補助はつりを行うことにより、計画に対して±20mm 程度のはつりが可能であることを確認している。また、断面修復材の充填性においては、吹付け工法が型枠充填工法より優れており、吹付け工法のなかでは乾式吹付け工法が優れていたことを示している。また、断面修復材の評価については、補修補強時の設定、施工時の品質管理などにおいて施工環境要因を加味する必要があることを示している。

３．鋼橋 RC 床版については、床版上面からの塩化物イオンを含んだ水の浸透による塩害と考えられることを示している。また、適切に施工できなかった床版上面補修は、再劣化や下面の劣化を促進させる可能性があることを示している。さらに、深さ 50mm 以上で、開口幅の小さな水平ひび割れは、床版上面からの打音法でも検出できない場合があることや、外観変状から判定した劣化度と押抜きせん断耐力に明確な相関関係が見られなかったことを示している。

４．鋼橋 RC 床版については、代表事例でライフサイクルコストを試算し、床版取替を基本とする維持管理計画を提案している。高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートは高耐久化に有効であり、早強ポルトランドセメント単味のコンクリートは鋼材腐食の可能性のあることを示している。

以上要するに、本論文は、高速道路橋コンクリート構造物の塩害に対する計画的維持管理に関する研究であって、今後の大規模更新・大規模修繕計画の策定・実施の参考となり、コンクリート構造物の補修技術の進展に貢献する研究であり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 27 年 2 月 25 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。